

# PENGARUH POROSITAS TANAH DAN PERSENTASE LUAS LAHAN TERHADAP KOEFISIEN ALIRAN PERMUKAAN

Didik Setiawan<sup>1</sup>, Bambang Surendro <sup>2</sup>, Muhammad Amin<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar  
Jalan Kapten Suparman No.39 Magelang 56116

<sup>1</sup>Email: [Didik\\_8796@yahoo.com](mailto:Didik_8796@yahoo.com)

## ABSTRAK\

Luasnya suatu wilayah permukaan bumi yang berupa tanah dan kawasan hutandengan bertambahnya jumlah penduduk, akan merubah tata guna lahan sebagai bentuk dari kebutuhan manusia itu sendiri, salah satunya yaitu perluasan permukiman yang disertai dengan perkerasaan, kemudiantanah yang mampu berfungsi menyerap air akan menjadi kawasan yang kedap air, sehingga diperlukan acuan terhadap penggunaan lahan agar keseimbangan lingkungan tetap terjaga. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh nilai porositas tanah dan persentase luas lahan terhadap besarnya nilai koefisien aliran permukaan (C). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model *catchment area* Pengukuran yang dilakukan yaitu pengukuran nilai porositas tanah, kepadatan tanah, Intensitas hujan rata-rata, volume limpasan, dan koefisien aliran (C). Kemiringan lahan yang digunakan adalah 2%. variabel persentase luas lahan (PLL) dalam penilitian ini adalah 20%, 30% dengan 10 % hutan, 40%, 50% dengan 10% hutan, dan 60%. Hasil penelitian menunjukkan nilai C tertinggi yaitu pada variabel PLL 60% dengan nilai koefisien 0,687. Pada nilai porositas tanah (n) 16% nilai C 0,300, sedangkan pada porositas tanah (n) 20% nilai C 0,264 dan nilai porositas tanah (n) 35% memperoleh nilai C 0,129 dengan. hasil uji anova menunjukkan bahwa nilai porositas tanah dan persentase luas lahan (PLL) berpengaruh positif dan signifikan terhadap koefisien aliran (C).

**Kata Kunci :** Porositas ( n ), Persentase Luas Lahan (PLL), Intensitas hujan rata – rata (I) ,Volume Limpasan, Koefisien Aliran (C).

## ABSTRACT

*The extent of a region of the earth's surface in the form of land and forest area with the increase of population, will change the land use as a form of human needs itself, one of which is the expansion of settlements is accompanied by covered of pavement, then the soil is able to function to absorb the water will be the region watertight, so that the necessary reference to the use of land for the balance of the environment is maintained. The purpose of this study was to determine the effect of porosity value and proportion of the value of the land area of the surface flow coefficient (C). This research was conducted using a model catchment area measurements conducted that measure the value of soil porosity, soil density, intensity of average rainfall, runoff volume, and flow coefficient (C). The slope of the land used is 2%. variable percentage of land area (PLA) in this research is 20%, 30% and 10% forest, 40%, 50% and 10% forest and 60%. The results showed that the highest value of C variable PLA 60% with coefficient 0,687. On the value of soil porosity (n) 16% C values of 0.300, while the porosity of the soil (n) 20% of the value of C 0.264 and the value of soil porosity (n) 35% gain with a value of C 0.129. ANOVA test results showed that the soil porosity and percentage of land area (PLA) positive and significant impact on the flow coefficient (C).*

**Keywords:** Porosity (n), Percentage of Land Area (PLA), average intensity of rain (I), volume of runoff, flow coefficient (C)

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Luasnya suatu wilayah yang mampu berfungsi menyerap air (pervious) yang menjadi berubah menjadi kawasan yang kedap air (impervious) yang di akibatkan oleh adanya perluasan kawasan permukiman yang disertai oleh perkerasanakan mengakibatkan limpasan permukaan dapat masuk ke sungai dengan cepat, yang dapat menyebabkan debit sungai meningkat. Apabila debit sungai lebih besar daripada kapasitas sungai untuk mengalirkan debit maka terjadi luapan pada tebing sungai sehingga terjadi banjir. Pembangunan kawasan permukiman maupun struktur kontruksi suatu bangunan yang menutup lahan tanah akanberpengaruh terhadapfungsi guna lahan, sehingga diperlukan suatu tinjauan analisa terhadap penggunaan lahan agar menjadi pedoman pada saat pembangunan supaya keseimbangan lingkungan tetap terjaga.

### Rumusan Masalah

1. Berapakah perbedaan nilai koefisien aliran permukaan terhadap nilai porositas (n) tanah yang berbeda?
2. Bagaimana pengaruh persentase luas lahan (PLL) terhadap bersarnya nilai koefisien aliran (C) ?
3. Bagaimana pengaruh kawasan hutan terhadap besarnya nilia C pada variabel PLL

### Batasan Masalah

1. Jenis lahan yang digunakan yaitu tanah *homogen*.
2. Nilai porositas tanah ditentukan dengan metode tanah dicampur dengan pasir
3. Kawasan hutan digunakan tumbuhan berdaun yang tanpa akar.
4. Intensitas hujan dianggap tetap (tidak divaribel).

### Tujuan Penelitian

1. Mengetahuibesarnya data itensitas hujan rata-rata, volume air hujan, volume limpasan air hujan dalam waktu tertentu
2. Mengetahui nilai kepadatan dan porositas tanah.
3. Mengetahui perbedaan nilai C berdasarkan data nilai porositas tanah, persentase luas lahan (PLL), kepadatan tanah, Intensitas hujan, volume air hujan, volume limpasan air hujan, serta besarnya limpasan.
4. Mengetahui pengaruh nilai porositas tanah dan persentase luas lahan (PLL) dengan di tambah varibel kawasan hutan terhadap nilai koefisien aliran permukaan..

### ManfaatPenelitian

1. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang koefisien aliran air permukaan.
2. Menjadi bahan masukan dan pertimbangan dalam pengelolaan daerah yang akan dijadikan kawasan permukiman.
3. Menambah khasanah keilmuan, terutama yang berkaitan dengan ilmu draenase permukaan

## LANDASAN TEORI

### Hujan

Air hujan yang jatuh di suatu DAS yang melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan – cekungan pada permukaan tanah. Setelah cekungan – cekungan tersebut penuh, selanjutnya air akan mengalir (melimpas) di atas permukaan tanah. Limpasan permukaan (surface runoff). Distribusi hujan dalam ruang dapat diketahui dengan mengukur hujan di beberapa lokasi pada daerah yang ditinjau, sedang distribusi waktu dapat diketahui

dengan mengukur hujan sepanjang waktu (Bambang Triatmodjo, 2008).

Hujan merupakan factor yang sangat penting didalam analisis maupun desain hidrologi, dan besarnya hujan atau yang disebut sebagai curah hujan dapat dihitung dari tebal lapisan air hujan yang jatuh diatas permukaan tanah yang rata dan dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Oleh karena itu dalam suatu rancangan keairan perlu diperhatikan beberapa faktor hujan antara lain: ketebalan hujan atau tinggi curah hujan, distribusi hujan, frekuensi hujan, Intensitas hujan, volume hujan dan jumlah hari hujan, sehingga dalam suatu perancangan keairan diperlukan curah hujan rata-rata atau sering disebut sebagai curah hujan daerah (Sosrodarsono dan Takeda, 1978).

### Intensitas hujan (I)

Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/minggu dan sebagainya. Analisa Intensitas curah hujan ini dapat diproses berdasarkan data curah hujan yang telah terjadi pada tahun-tahun sebelumnya.

Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak luas. Hujan yang meliputi daerah yang luas, jarang sekali terjadi dengan intensitas hujan yang tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang atau lama. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi panjang atau lama memang jarang sekali terjadi, jika itu terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan dicurahkan dari langit (Sudjarwadi1987)

### Jaringan pengukuran hujan

Perencanaan jaringan stasiun pengukuran hujan adalah sangat penting di dalam hidrologi karena jaringan tersebut akan memberikan besarnya (takaran/jumlah) hujan yang jatuh di DAS.

Organisasi Meteorologi Dunia (*World Meteorological Organisation*) memberikan pedoman kerapatan jaringan minimum di beberapa daerah seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.1 (Shaw,1988). Kerapatan jaringan adalah jumlah stasiun penangkap hujan di setiap satuan luas di dalam DAS. Namun pedoman tersebut hanya merupakan ancar-ancar. Semakin besar variabel hujan semakin banyak jumlah stasiun yang diperlukan, seperti misal di daerah pegunungan (Bambang Triatmodjo, 2008). Untuk kerapatan jaringan stasiun hujan ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kerapatan jaringan stasiun hujan

Daerah	Kerapatan jaringan minimum (km <sup>2</sup> /sta)
Daerah datar beriklim sedang, laut tengah dan tropis.	600-900
Kondisi normal	
Kondisi pegunungan	100-250
Pulau kecil	
bergunung	
(< 20.000 km <sup>2</sup> )	25
Daerah Kering dan kutup	1.500-10.000

### Penentuan hujan kawasan

Metode penentuan hujan kawasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Tiessen. Metode ini digunakan karena penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan curah hujan rerata dilakukan

dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun. Seperti ditunjukkan pada persamaan (2.1).

$$\bar{P} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan :

$\bar{P}$ : Hujan rerata kawasan

$P_1, P_2, \dots, P_n$ : Hujan pada stasiun 1, 2, 3, ..., n

$A_1, A_2, \dots, A_n$ : Luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3, ..., n

### Perhitungan luas Poligon

Perhitungan luas Poligon (cm<sup>2</sup>) atau daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3, ..., n dihitung menggunakan rumus:

$$A = \frac{S_1 + S_2}{2} \times t \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

A = Luas stasiun hujan (m<sup>2</sup>)

$S_1$  = Panjang sisi 1 (m)

$S_2$  = Panjang sisi 2 (m)

t = Tinggi (m)

### Pengukuran hujan

Perhitungan pengukuran ketebalan hujan dalam penelitian menggunakan rumus:

$$V = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot x \dots \dots \dots (2.3)$$

$$x = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot d^2}$$

Keterangan :

V = Volume (cm<sup>3</sup>)

d = Diameter gelas penangkap hujan (cm)

x = Tinggi air (cm)

### Limpasan

Limpasan permukaan terjadi ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi. Setelah laju infiltrasi terpenuhi, air mulai mengisi cekungan atau depresi pada permukaan tanah. Perhitungan volume air dengan menggunakan rumus :

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

V = Volume (cm<sup>3</sup>)

$\pi$  = 3,14

$r^2$  = Jari-jari tabung/ember (cm)

t = Tinggi tabung (cm)

### Metode rasional

Metode Rasional adalah salah satu dari metode yang paling lama dipakai dan hanya digunakan untuk memperkirakan aliran permukaan (Wanielista. 1990). Metode Rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan (DAS) kecil. Suatu DAS disebut kecil apabila distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam ruang dan waktu, dan biasanya durasi hujan melebihi waktu kosentrasi. Beberapa ahli memandang bahwa luas DAS kurang dari 2,5 km<sup>2</sup> dapat dianggap sebagai DAS kecil (Ponce, 1989).

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan:

Q = Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas durasi dan frekwensi tertentu (m<sup>3</sup>/d)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan (km<sup>2</sup>)

C = Koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan

### Koefisien aliran permukaan (C)

Salah satu konsep penting dalam upaya mengendalikan banjir adalah koefisien aliran permukaan (*runoff*) yang biasa dilambangkan dengan (C). Koefisien (C) didefinisikan sebagai nisbah antara laju puncak aliran permukaan terhadap Intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi nilai (C) adalah laju

infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah dan Intensitas hujan (Arsyad, 2006).

$$C = \frac{\text{Jumlah limpasan}}{\text{Jumlah curah hujan}} \dots \dots \dots (2.7)$$

### Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis regresi dan analisis varians klasifikasi tunggal (Anova Tunggal).

### Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk mengukur pengaruh porositas (n) dan persentase luas lahan (PLL) terhadap nilai koefisien aliran (C). Dalam penelitian ini perhitungan regresi menggunakan excel dengan diagram.

### Pengujian Statistik Anova Single Faktor

Metode tersebut juga menggunakan kriteria F hitung dan F tabel dimana apabila F hitung lebih besar atau lebih kecil dari F tabel. Pengujian Statistik Anova Single Faktor dilakukan variabel pada tiap-tiap parameter, Setelah mengetahui hasil di atas dan membandingkan F hitung dan F tabel kemudian membuat keputusan pengujian hipotesis ditolak atau diterima. Hipotesis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Ho (diterima) tidak ada pengaruh
2. Ho (ditolak)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kepadatan tanah dan berat jenis tanah

Kepadatan tanah di uji terlebih dahulu sebelum penelitian dimulai, semua pengujian tanah dilakukan pada setiap variabel, dalam penelitian ini terdapat tiga variabel penelitian yang berdasarkan nilai porositas, dari setiap variabel pengujian tanah terdapat tiga sample tanah. Data hasil pengujian semua berat tanah pada setiap variabel ditunjukkan

pada Tabel Tabel

Tabel Data hasil uji kepadatan tanah

Variabel penelitian	Nilai Kepadatan tanah ( $\tau_k$ )
Porositas 16%	1,362
Porositas 20%	1,288
Porositas 35%	1,197

Tabel hasil uji berat jenis tanah

Variabel penelitian	Berat jenis tanah (G)
Porositas 16%	1,630
Porositas 20%	1,635
Porositas 35%	1,949

hasil penelitian, menunjukkan perbedaan nilai kepadatan dan berat jenis pada setiap variabel penelitian, semakin tinggi nilai porositas maka semakin rendah nilai kepadatan, sedangkan semakin tinggi porositas maka semakin besar nilai berat jenis tanah.

### Perhitungan luas Poligon

Perhitungan luas poligon dilakukan dengan dilakukannya pengukuran saat setelah penelitian pada setiap variabel selesai, saat penelitian selesai jarak posisi setiap stasiun hujan harus dicatat, dan berdasarkan posisi letak dari setiap stasiun hujan yang kemudian dengan metode thiessen, luas poligon dapat dihitung, sedangkan perhitungan poligon menggunakan program *software Autocad 2010*.

Tabel 4.9. Luas area Poligon

St.	Luas Stasiun (Cm <sup>2</sup> )
1	15984,776
2	13138,394
3	17365,767
4	13391,542
5	8389,479
6	16162,392
7	12257,968
8	9376,070
9	9326,619
5'	4606,989
Jumlah	120000,000

#### Perhitungan tinggi hujan (x), Intensitas hujan (I), dan volume limpasan

Perhitungan tinggi hujan diperoleh dari hasil tangkapan yang tertampung disetiap stasiun hujan, intensitas hujan diperoleh dari hasil pengukuran hujan rerata disetiap Poligon dan volume limpasan diperoleh dari hasil penampungan air limpasan selama hujan turun atau 5 menit yang dapat dilihat pada lampiran 1. Perhitungan dilakukan pada variabel yang berbeda.

#### Hasil perhitungan tinggi hujan

Tinggi hujan dicari menggunakan persamaan rumus (2.3). data hasil tangkapan hujan pada nomor uji I (satu) ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tinggi hujan pada St. 1 dengan  $d = 7,8\text{cm}$

$$V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot x$$

$$152 = 1/4 \cdot 3,14 \cdot 7,8^2 \cdot x$$

$$= 47,759 \cdot x$$

$$x = \frac{152}{47,759} = 3.183 \text{ cm}$$

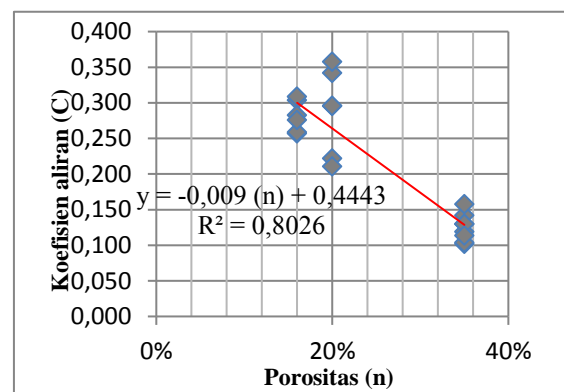
Tabel 4.11 Tinggi hujan (x) uji I

No. Sta	Tinggi hujan (cm)
St.1	3,183
St.2	2,094
St.3	1,110
St.4	2,439
St.5	1,371
St.6	3,329
St.7	3,078
St.8	3,809
St.9	2,181

#### Analisa Regresi

#### Penentuan Trendline yang dipakai koefisien aliran (C)

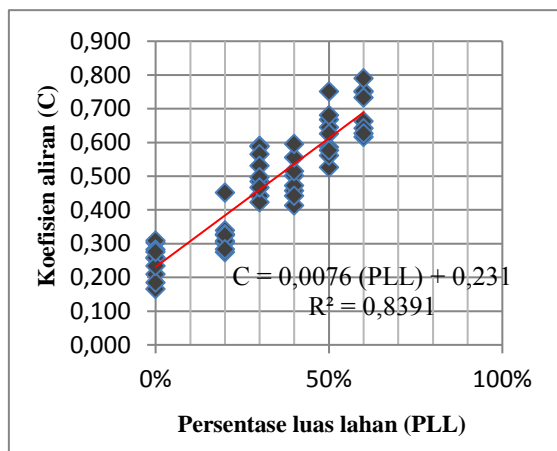
1. Pengaruh Porositas (n) terhadap Koefisien Aliran (C)



Gambar 4.2. porositas (n) terhadap C

berdasarkan hasil analisis regresi sesuai Gambar 4.2, trendline linear nilai  $R^2 = 0,8026$ . Grafik yang diperoleh dengan trendline linear hampir menunjukkan dengan kondisi sebenarnya dalam arti semakin besar nilai porositas semakin kecil persentase koefisien aliran yang terjadi.

## 2. Pengaruh PLL terhadap koefisien aliran (C)



berdasarkan hasil analisis regresi sesuai Gambar 4.4, dapat diketahui bahwa nilai koefisien aliran (C) untuk permukaan tanah dengan nilai Porositas (n), trendline Linear dengan nilai  $R^2 = 0,8391$ . Grafik yang diperoleh dengan trendline linear hampir menunjukkan dengan kondisi sebenarnya dalam arti semakin besar nilai persentase luas lahan semakin besar persentase koefisien aliran yang terjadi

Berdasarkan hasil analisis Regresi di atas maka untuk menghitung besarnya nilai koefisien aliran (C), dapat didekati dengan persamaan-persamaan sebagai berikut:

1. Untuk tanah dengan nilai porositas (n), untuk mengetahui nilai koefisien aliran (C) dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut :  

$$C = 0,009(n) + 0,4443 \dots \dots \dots (4.1)$$
2. Untuk permukaan persentase luas lahan (PLL), untuk mengetahui nilai koefisien aliran (C) dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut :  

$$C = 0,0076(PLL) + 0,231 \dots \dots \dots (4.2)$$

### Hasil perhitungan koefisien aliran (C)

Hasil asli perhitungan koefisien aliran permukaan (C) pada saat penelitian yang kemudian diolah menggunakan

analisa regresi ditunjukkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel hasil nilai C

Variabel penelitian	Koefisien aliran (C)
Porositas 16%	0,300
PLL 20%	0,383
PLL 30%	0,459
PLL 40%	0,535
PLL 50%	0,611
PLL 60%	0,687
Porositas 20%	0,264
Porositas 35%	0,129

berdasarkan Tabel 4.119 pada uji dengan variabel nilai porositas 16 % dengan nilai C 0,3003, yang berarti sebesar 30% air melimpas dan sisanya 70% meresap ke dalam tanah, sedangkan untuk nilai porositas 20% nilai C 0,264 yang berarti sebesar 26,40% air melimpas dan sisanya 73,60% meresap ke dalam tanah, dan untuk nilai porositas 35% menunjukkan penurunan yang cukup signifikan yaitu dengan nilai C 0,129, yang berarti hanya 12,93% air melimpas dan 87,07% meresap ke dalam tanah, dan untuk nilai porositas 50% nilai C -0,0057 berarti pada penelitian ini hanya berlaku sampai dengan nilai porositas 49%. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa dari perbandingan nilai tersebut menunjukkan dengan kondisi sebenarnya, dalam arti semakin besar nilai porositas tanah semakin kecil nilai koefisien aliran (C) yang terjadi. Ditinjau pada variabel porositas 16%, dipakai nilai intensitas hujan rata – rata (I) yaitu 2,850 cm, maka volume air total sebesar 0,342 m<sup>3</sup>, sehingga air yang melimpas dan meresap ke dalam tanah dapat dihitung. Tabel 4.119 menunjukkan untuk porositas 16% nilai C 0,300, maka didapatkan nilai air yang melimpas sebesar 0,103 m<sup>3</sup> sedangkan yang meresap sebesar 0,239 m<sup>3</sup>.



## Analisis ANOVA

1. Uji Anova variabel porositas (n)  
Berdasarkan hasil uji anova menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih besar dibandingkan dengan F tabel yaitu sebesar 17,099 sedangkan F hitung sebesar 3,316 dengan  $p < 0.05$  ( $\alpha$ ), sehingga hipotesis penelitian diterima bahwa nilai porositas tanah berpengaruh signifikan terhadap koefisien aliran (C) pada permukaan lahan, karena hipotesis penelitian diterima.
2. Uji Anova variabel PLL  
berdasarkan hasil uji anova menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih besar dibandingkan dengan F tabel yaitu sebesar 14,467 dengan  $p < 0.05$  ( $\alpha$ ), sehingga hipotesis diterima bahwa persentase luas lahan berpengaruh signifikan terhadap koefisien aliran (C) pada permukaan lahan.
- besar nilai koefisien aliran (C)
2. Pada variabel nilai porositas (n) untuk nilai untuk n berdasarkan hasil analisa regresi, persentase nilai porositas pada penelitian ini hanya berlaku tidak lebih dari setengah dari total persentase volume.
3. Persentase kawasan hutan menunjukkan penurunan nilai C pada variabel PLL, yang berarti bahwa hutan mampu mengurangi nilai koefisien aliran (C).

## Saran

1. Penelitian dapat dilanjutkan dengan menggunakan jenis tanah yang bervariasi dengan kemiringan yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Penelitian selanjutnya dapat digunakan variabel hutan dengan model tanaman yang berakar untuk mendapatkan ketelitian resapan yang lebih baik.
3. Penelitian selanjutnya dapat digunakan nilai porositas (n) lebih dari setengah persentase bobot total.
4. Penelitian selanjutnya dapat dilanjutkan dengan menggunakan metode penyelesaian lebih dari satu rumus, sebagai perbandingan untuk hasil yang lebih baik.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai porositas tanah (n), Persentase Luas Lahan (PLL) berpengaruh terhadap nilai koefisien aliran (C). Berdasarkan nilai C dari hasil penelitian untuk variabel porositas, semakin besar nilai porositas semakin kecil nilai koefisien aliran (C), Sedangkan untuk variabel PLL berdasarkan nilai C dari hasil penelitian, semakin besar nilai PLL maka semakin

## DAFTAR PUSTAKA

- Daud S. Saribun.,(2007) , Pengaruh Jenis Penggunaan Lahan Dan Kelas Kemiringan Lereng Terhadap Bobot isi, Porositas Total Dan Kadar Air Tanah Pada SUB-DAS Cikapundung Hulu.
- Idar (2010)., Besarnya Nilai Koefisien runoff Hutan Produksi di Areal HUTANI I sub DAS Jenebereng Hilir Kecamatan Pangloe Kabupaten Gowa.

- Hartono, 2008, *Statistik Untuk Penelitian*, Tampan Pekanbaru Riau.
- Indro Saputro, Cahyo., 2016, *Skripsi*, Universitas Tidar. Pengaruh jenis permukaan terhadap limpasan air.
- J. Patanduk, A. Arsyad, A. Rauf (2014)., Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Koefisien Limpasan ( Run Off ) Kota Makassar Berbasis Sig.
- Mahardika Putra Purba ( 2009 ), Besarnya.Aliran,Permukaan runoff Pada Berbagai Tipe Kele-  
rengan Dibawah Tegakan Eucalypcus spp.
- Ni'matul Khasanah, Betha Lusiana, Farida dan Meine van Noordwijk (2004)., Simulasi Limpasan Permukaan Dan Kehilangan Tanah Pada Berbagai Umur Kebun Kopi: Studi Kasus Di Sumberjaya, Lampung Barat
- Santi Sari., Studi Limpasan Permukaan Spasial Akibat Perubahan Penggunaan Lahan (Menggunakan Model Kineros).
- Surendro, Bambang.,1998, *Mekanika Tanah*,Universitas Tidar, Magelang.
- Sosrodarsono, Suryono.,1980, *Hidrologi Untuk Pengairan*, P.T. Pradnya Paramita Jakarta.
- Sobriyah.,2012, *Model Hidrologi*, UPT Penerbitan dan Percetakan UNS (UNS press)
- Triatmodjo, Bambang.,2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset Yogyakarta.
- Yusuf, Cahyo.,2012, Pedoman Penulisan Skripsi Universitas Tidar, Magelang.

<https://www.junaidichaniago.wordpress.com/2008/06/25/anilsa-regresi-dengan-excel/> Diakses pada tanggal 09 Januari 2017.

<https://id.wikipedia.org/wiki/Stopwach>.Di akses pada tanggal 25 Januari 2017.

<https://www.google.co.id/semen&espv>. Diakses pada tanggal 8 Januari 2017.

<https://www.excel-easy.com/example/anova.html>.Di akses pada tanggal 09 Januari 2017.